

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-147659

(P2001-147659A)

(43)公開日 平成13年5月29日(2001.5.29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
G 0 9 G 3/20	6 2 3	G 0 9 G 3/20	6 2 3 B 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/30	3 3 8	G 0 9 F 9/30	3 3 8 5 C 0 8 0
	3 6 5		3 6 5 Z 5 C 0 9 4
G 0 9 G 3/30		G 0 9 G 3/30	J 5 F 1 1 0
H 0 1 L 29/786		H 0 5 B 33/14	A
審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平11-327637

(22)出願日 平成11年11月18日(1999. 11. 18)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 山岸 万千雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 湯本 昭

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100092336

弁理士 鈴木 晴敏

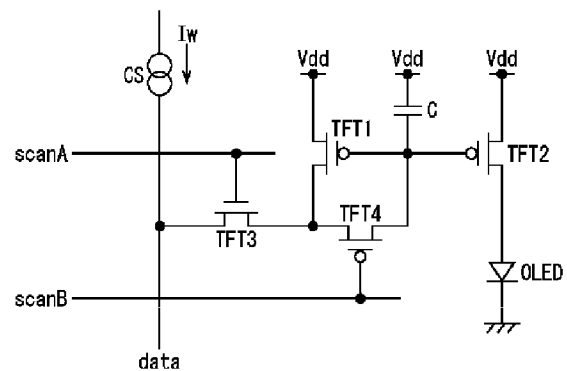
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 表示装置

## (57)【要約】

【課題】 画素内部の能動素子の特性ばらつきによらず、安定且つ正確に各画素の発光素子に所望の電流を供給すると共に、電流リークを抑制する。

【解決手段】 各画素は、走査線scanAが選択された時データ線dataから信号電流I<sub>w</sub>を取り込む受入用トランジスタTFT3と、取り込んだ信号電流I<sub>w</sub>の電流レベルを一旦電圧レベルに変換して保持する変換用トランジスタTFT1と、保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を発光素子OLEDに流す駆動用トランジスタTFT2とからなる。TFT1は、TFT3によって取り込まれた信号電流I<sub>w</sub>を自身のチャネルに流して変換された電圧レベルを自身のゲートに発生させ、容量CはTFT1のゲートに生じた電圧レベルを保持する。TFT2は、Cに保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を発光素子OLEDに流す。この際、TFT2は、その閾電圧がTFT1の閾電圧より低くならない様に設定されており、リーク電流を抑制する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 走査線を順次選択する走査線駆動回路と、輝度情報に応じた電流レベルを有する信号電流を生成して逐次データ線に供給する電流源を含むデータ線駆動回路と、各走査線及び各データ線の交差部に配されていると共に、駆動電流の供給を受けて発光する電流駆動型の発光素子を含む複数の画素とを備えた表示装置であって、

当該画素は、当該走査線が選択されたとき当該データ線から信号電流を取り込む受入部と、取り込んだ信号電流の電流レベルを一旦電圧レベルに変換して保持する変換部と、保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を当該発光素子に流す駆動部とを含み、

前記変換部は、ゲート、ソース、ドレイン及びチャネルを備えた変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタと、該ゲートに接続した容量とを含んでおり、前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該受入部によって取り込まれた信号電流を該チャネルに流して変換された電圧レベルを該ゲートに発生させ、前記容量は該ゲートに生じた電圧レベルを保持し、

前記駆動部は、ゲート、ドレイン、ソース及びチャネルを備えた駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを含んでおり、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該容量に保持された電圧レベルをゲートに受け入れそれに応じた電流レベルを有する駆動電流をチャネルを介して該発光素子に流し、

前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、その閾電圧が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くならない様に設定されている表示装置。

【請求項2】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート長が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート長より短くならない様に設定されている請求項1記載の表示装置。

【請求項3】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート絶縁膜が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート絶縁膜より薄くならない様に設定されている請求項1記載の表示装置。

【請求項4】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、チャネルに注入される不純物濃度を調整して、その閾電圧が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くならない様に設定されている請求項1記載の表示装置。

【請求項5】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは飽和領域で動作し、そのゲートに印加された電圧レベルと閾電圧との差に応じた駆動電流を該発光素子に流す請求項1記載の表示装置。

【請求項6】 前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートと前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トラン

ジスタのゲートとが直接に接続されてカレントミラー回路を構成し、信号電流の電流レベルと駆動電流の電流レベルとが比例関係となる様にした請求項1記載の表示装置。

【請求項7】 前記変換部は、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートとの間に挿入されたスイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを含んでおり、

該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、信号電流の電流レベルを電圧レベルに変換する時に導通し、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートを電氣的に接続してソースを基準とする電圧レベルをゲートに生ぜしめる一方、

該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、電圧レベルを該容量に保持する時に遮断され、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート及びこれに接続した該容量をドレインから切り離す請求項1記載の表示装置。

【請求項8】 前記発光素子は有機エレクトロルミネッセンス素子を用いる請求項1記載の表示装置。

【請求項9】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタ及び変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、多結晶半導体薄膜でソース、ドレイン及びチャネルを形成した薄膜トランジスタである請求項1記載の表示装置。

【請求項10】 輝度情報に応じた電流レベルの信号電流を供給するデータ線と選択パルスを供給する走査線との交差部に配され、駆動電流により発光する電流駆動型の発光素子を駆動する画素回路であって、

該走査線からの選択パルスにตอบสนองして該データ線から信号電流を取り込む受入部と、取り込んだ信号電流の電流レベルを一旦電圧レベルに変換して保持する変換部と、保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を当該発光素子に流す駆動部とを含み、

前記変換部は、ゲート、ソース、ドレイン及びチャネルを備えた変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタと、該ゲートに接続した容量とを含んでおり、前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該受入部によって取り込まれた信号電流を該チャネルに流して変換された電圧レベルを該ゲートに発生させ、前記容量は該ゲートに生じた電圧レベルを保持し、

前記駆動部は、ゲート、ドレイン、ソース及びチャネルを備えた駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを含んでおり、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該容量に保持された電圧レベルをゲートに受け入れそれに応じた電流レベルを有する駆動電流をチャネルを介して該発光素子に流し、

前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、その閾電圧が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低く設定されている画素回路。

【請求項11】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート長が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート長より短くならない様に設定されている請求項10記載の画素回路。

【請求項12】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート絶縁膜が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート絶縁膜より薄くならない様に設定されている請求項10記載の画素回路。

【請求項13】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、チャンネルに注入される不純物濃度を調整して、その閾電圧が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くならない様に設定されている請求項10記載の画素回路。

【請求項14】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは飽和領域で動作し、そのゲートに印加された電圧レベルと閾電圧との差に応じた駆動電流を該発光素子に流す請求項10記載の画素回路。

【請求項15】 前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートと前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートとが直接に接続されてカレントミラー回路を構成し、信号電流の電流レベルと駆動電流の電流レベルとが比例関係となる様にした請求項10記載の画素回路。

【請求項16】 前記変換部は、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートとの間に挿入されたスイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを含んでおり、

該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、信号電流の電流レベルを電圧レベルに変換する時に導通し、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートを電気的に接続してソースを基準とする電圧レベルをゲートに生ぜしめる一方、

該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、電圧レベルを該容量に保持する時に遮断され、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート及びこれに接続した該容量をドレインから切り離す請求項10記載記載の画素回路。

【請求項17】 前記発光素子は有機エレクトロルミネッセンス素子を用いる請求項10記載の画素回路。

【請求項18】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタ及び変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、多結晶半導体薄膜でソース、ドレイン及びチャンネルを形成した薄膜トランジスタである請求項10記載の画素回路。

【請求項19】 輝度情報に応じた電流レベルの信号電流を供給するデータ線と選択パルスを供給する走査線との交差部に配され、駆動電流により発光する電流駆動型の発光素子を駆動する発光素子の駆動方法であって、該走査線からの選択パルスにตอบสนองして該データ線から信号電流を取り込む受入手順と、取り込んだ信号電流の電

流レベルを一旦電圧レベルに変換して保持する変換手順と、保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を当該発光素子に流す駆動手順とを含み、前記変換手順は、ゲート、ソース、ドレイン及びチャンネルを備えた変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタと、該ゲートに接続した容量とを用いる手順を含んでおり、該手順において、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該受入手順によって取り込まれた信号電流を該チャンネルに流して変換された電圧レベルを該ゲートに発生させ、前記容量は該ゲートに生じた電圧レベルを保持し、

前記駆動手順は、ゲート、ドレイン、ソース及びチャンネルを備えた駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを用いる手順を含んでおり、該手順において、該駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該容量に保持された電圧レベルをゲートに受け入れそれに応じた電流レベルを有する駆動電流をチャンネルを介して該発光素子に流し、

該駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、その閾電圧が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くなる様に設定する発光素子の駆動方法。

【請求項20】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート長が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート長より短くならない様に設定する請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【請求項21】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート絶縁膜が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート絶縁膜より薄くならない様に設定する請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【請求項22】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、チャンネルに注入される不純物濃度を調整して、その閾電圧が変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くならない様に設定する請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【請求項23】 該駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは飽和領域で動作し、そのゲートに印加された電圧レベルと閾電圧との差に応じた駆動電流を該発光素子に流す請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【請求項24】 該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートと該駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートとが直接に接続されてカレントミラー回路を構成し、信号電流の電流レベルと駆動電流の電流レベルとが比例関係となる様にした請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【請求項25】 前記変換手順は、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートとの間に挿入されたスイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを用いる手順を含んでおり、該手順において、該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジ

スタが信号電流の電流レベルを電圧レベルに変換する時に導通し、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートを電気的に接続してソースを基準とする電圧レベルをゲートに生ぜしめる一方、該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、電圧レベルを該容量に保持する時に遮断され、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート及びこれに接続した該容量をドレインから切り離す請求項19記載記載の発光素子の駆動方法。

【請求項26】 前記発光素子は有機エレクトロルミネッセンス素子を用いる請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【請求項27】 前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタ及び変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、多結晶半導体薄膜でソース、ドレイン及びチャネルを形成した薄膜トランジスタを用いる請求項19記載の発光素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(EL)素子などの、電流によって輝度が制御される発光素子を各画素毎に備えた表示装置に関する。より詳しくは、各画素内に設けられた絶縁ゲート型電界効果トランジスタなどの能動素子によって発光素子に供給する電流量が制御される、所謂アクティブマトリクス型の画像表示装置に関する。更に詳しくは、絶縁ゲート型電界効果トランジスタに流れるサブスレッショルドレベルのリーク電流の抑制技術に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、アクティブマトリクス型の画像表示装置では、多数の画素をマトリクス状に並べ、与えられた輝度情報に応じて画素毎に光強度を制御することによって画像を表示する。電気光学物質として液晶を用いた場合には、各画素に書き込まれる電圧に応じて画素の透過率が変化する。電気光学物質として有機エレクトロルミネッセンス材料を用いたアクティブマトリクス型の画像表示装置でも、基本的な動作は液晶を用いた場合と同様である。しかし液晶ディスプレイと異なり、有機ELディスプレイは各画素に発光素子を有する、所謂自発光型であり、液晶ディスプレイに比べて画像の視認性が高い、バックライトが不要、応答速度が速い等の利点を有する。個々の発光素子の輝度は電流量によって制御される。即ち、発光素子が電流駆動型或いは電流制御型であるという点で液晶ディスプレイ等とは大きく異なる。

【0003】液晶ディスプレイと同様、有機ELディスプレイ\*

$$I_{ds} = \mu \cdot C_{ox} \cdot W/L/2 (V_{gs} - V_{th})^2 \\ = \mu \cdot C_{ox} \cdot W/L/2 (V_w - V_{th})^2 \quad \dots (1)$$

ここで $C_{ox}$ は単位面積当りのゲート容量であり、以下の式で与えられる。

\*プレイもその駆動方式として単純マトリクス方式とアクティブマトリクス方式とが可能である。前者は構造が単純であるものの大型且つ高精細のディスプレイの実現が困難であるため、アクティブマトリクス方式の開発が盛んに行われている。アクティブマトリクス方式は、各画素に設けた発光素子に流れる電流を画素内部に設けた能動素子(一般には、絶縁ゲート型電界効果トランジスタの一種である薄膜トランジスタ、以下TFTと呼ぶ場合がある)によって制御する。このアクティブマトリクス方式の有機ELディスプレイは例えば特開平8-234683号公報に開示されており、一画素分の等価回路を図6に示す。画素は発光素子OLED、第一の薄膜トランジスタTFT1、第二の薄膜トランジスタTFT2及び保持容量Cからなる。発光素子は有機エレクトロルミネッセンス(EL)素子である。有機EL素子は多くの場合整流性があるため、OLED(有機発光ダイオード)と呼ばれることがあり、図では発光素子OLEDとしてダイオードの記号を用いている。但し、発光素子は必ずしもOLEDに限るものではなく、素子に流れる電流量によって輝度が制御されるものであればよい。また、発光素子は必ずしも整流性が要求されるものではない。図示の例では、Pチャンネル型のTFT2のソースを $V_{dd}$ (電源電位)とし、発光素子OLEDのカソード(陰極)は接地電位に接続される一方、アノード(陽極)はTFT2のドレインに接続されている。一方、Nチャンネル型のTFT1のゲートは走査線scanに接続され、ソースはデータ線dataに接続され、ドレインは保持容量C及びTFT2のゲートに接続されている。

【0004】画素を動作させるために、まず、走査線scanを選択状態とし、データ線dataに輝度情報を表すデータ電位 $V_w$ を印加すると、TFT1が導通し、保持容量Cが充電又は放電され、TFT2のゲート電位はデータ電位 $V_w$ に一致する。走査線scanを非選択状態とすると、TFT1がオフになり、TFT2は電気的にデータ線dataから切り離されるが、TFT2のゲート電位は保持容量Cによって安定に保持される。TFT2を介して発光素子OLEDに流れる電流は、TFT2のゲート/ソース間電圧 $V_{gs}$ に応じた値となり、発光素子OLEDはTFT2を通して供給される電流量に応じた輝度で発光し続ける。

【0005】さて、TFT2のドレイン/ソース間に流れる電流を $I_{ds}$ とすると、これがOLEDに流れる駆動電流である。TFT2が飽和領域で動作するものとする、 $I_{ds}$ は以下の式で表される。

$$*C_{ox} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r / d \quad \dots (2)$$

\*50 (1)式及び(2)式中、 $V_{th}$ はTFT2の閾値を示

し、 $\mu$ はキャリアの移動度を示し、 $W$ はチャネル幅を示し、 $L$ はチャネル長を示し、 $\epsilon_0$ は真空の誘電率を示し、 $\epsilon_r$ はゲート絶縁膜の比誘電率を示し、 $d$ はゲート絶縁膜の厚みである。

【0006】(1)式によれば、画素へ書き込む電位 $V_w$ によって $I_{ds}$ を制御でき、結果として発光素子OLEDの輝度を制御できることになる。ここで、TFT2を飽和領域で動作させる理由は次の通りである。即ち、飽和領域においては $I_{ds}$ は $V_{gs}$ のみによって制御され、ドレイン/ソース間電圧 $V_{ds}$ には依存しないた

め、OLEDの特性ばらつきにより $V_{ds}$ が変動しても、所定量の駆動電流 $I_{ds}$ をOLEDに流すことができるからである。

【0007】上述したように、図6に示した画素の回路構成では、一度 $V_w$ の書き込みを行えば、次に書き換えられるまで一走査サイクル（一フレーム）の間、OLEDは一定の輝度で発光を継続する。このような画素を図7のようにマトリクス状に多数配列すると、アクティブマトリクス型表示装置を構成することができる。図7に示すように、従来の表示装置は、所定の走査サイクル（例えばNTSC規格に従ったフレーム周期）で画素25を選択するための走査線 $scan1$ 乃至 $scanN$ と、画素25を駆動するための輝度情報（データ電位 $V_w$ ）を与えるデータ線 $data$ とがマトリクス状に配設されている。走査線 $scan1$ 乃至 $scanN$ は走査線駆動回路21に接続される一方、データ線 $data$ はデータ線駆動回路22に接続される。走査線駆動回路21によって走査線 $scan1$ 乃至 $scanN$ を順次選択しながら、データ線駆動回路22によってデータ線 $data$ から $V_w$ の書き込みを繰り返すことにより、所望の画像を表示することができる。単純マトリクス型の表示装置では、各画素に含まれる発光素子は、選択された瞬間にのみ発光するのに対し、図7に示したアクティブマトリクス型の表示装置では、書き込み終了後も各画素25の発光素子が発光を継続するため、単純マトリクス型に比べ発光素子の駆動電流のレベルを下げられるなどの点で、特に大型高精細のディスプレイでは有利となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】アクティブマトリクス型有機ELディスプレイにおいては、能動素子として一般にガラス基板上に形成されたTFT（Thin Film Transistor、薄膜トランジスタ）が利用されるが、これは次の理由による。すなわち、有機ELディスプレイは直視型であるという性質上、そのサイズは比較的大型となり、コストや製造設備の制約などから、能動素子の形成のために単結晶シリコン基板を用いることは現実的でない。かかる事情から、アクティブマトリクス型有機ELディスプレイでは、比較的大型のガラス基板が使用され、能動素子としてはその上に形成することが比較的容易なTFTが使用されるのが普通であ

る。ところが、TFTの形成に使用されるアモルファスシリコンやポリシリコンは、単結晶シリコンに比べて結晶性が悪く、伝導機構の制御性が悪いために、形成されたTFTは特性のばらつきが大きいことが知られている。特に、比較的大型のガラス基板上にポリシリコンTFTを形成する場合には、ガラス基板の熱変形等の問題を避けるため、通常、レーザアニール法が用いられるが、大きなガラス基板に均一にレーザエネルギーを照射することは難しく、ポリシリコンの結晶化の状態が基板内の場所によってばらつきを生ずることが避けられない。

【0009】この結果、同一基板上に形成したTFTでも、その $V_{th}$ （閾値）が画素によって数百mV、場合によっては1V以上ばらつくことも希ではない。この場合、例えば異なる画素に対して同じ信号電位 $V_w$ を書き込んでも、画素によって $V_{th}$ がばらつく結果、前掲の(1)式に従って、OLEDに流れる電流 $I_{ds}$ は画素毎に大きくばらついて全く所望の値からはずれる結果となり、ディスプレイとして高い画質を期待することはできない。これは $V_{th}$ のみではなく、キャリア移動度 $\mu$ 等(1)式の各パラメータのばらつきについても同様のことと言える。また、上記の各パラメータのばらつきは、上述のような画素間のばらつきのみならず、製造ロット毎、あるいは製品毎によってもある程度は変動することが避けられない。このような場合は、OLEDに流すべき所望の電流 $I_{ds}$ に対し、データ線電位 $V_w$ をどう設定すべきかについて、製品毎に(1)式の各パラメータの出来上がりに応じて決定する必要があるが、これはディスプレイの量産工程においては非現実的であるばかりでなく、環境温度によるTFTの特性変動、更に長期間の使用によって生ずるTFT特性の経時変化については対策を講ずることが極めて難しい。本発明は、上述の問題に鑑みてなされた画素回路およびその駆動方法に関するものであり、その目的は、画素内部の能動素子の特性ばらつきによらず、安定且つ正確に各画素の発光素子に所望の電流を供給し、その結果として高品位な画像を表示することが可能な表示装置を提供することにある。特に、OLEDを駆動するTFTに流れるサブスレッショルドレベルのリーク電流を抑制して、画素の微発光を防ぎ、以て高品位な画像表示を達成することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する為に以下の手段を講じた。即ち、本発明は、走査線を順次選択する走査線駆動回路と、輝度情報に応じた電流レベルを有する信号電流を生成して逐次データ線に供給する電流源を含むデータ線駆動回路と、各走査線及び各データ線の交差部に配されていると共に、駆動電流の供給を受けて発光する電流駆動型の発光素子を含む複数の画素とを備えた表示装置であって、当該画素は、当該走査線が選

扱われたとき当該データ線から信号電流を取り込む受入部と、取り込んだ信号電流の電流レベルを一旦電圧レベルに変換して保持する変換部と、保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を当該発光素子に流す駆動部とを含み、前記変換部は、ゲート、ソース、ドレイン及びチャンネルを備えた変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタと、該ゲートに接続した容量とを含んでおり、前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該受入部によって取り込まれた信号電流を該チャンネルに流して変換された電圧レベルを該ゲートに発生させ、前記容量は該ゲートに生じた電圧レベルを保持し、前記駆動部は、ゲート、ドレイン、ソース及びチャンネルを備えた駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを含んでおり、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、該容量に保持された電圧レベルをゲートに受け入れそれに応じた電流レベルを有する駆動電流をチャンネルを介して該発光素子に流し、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、その閾電圧が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くならない様に設定されている。具体的には、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート長が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート長より短くならない様に設定されている。或いは、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、そのゲート絶縁膜が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート絶縁膜より薄くならない様に設定されている。或いは、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、チャンネルに注入される不純物濃度を調整して、その閾電圧が画素内で対応する変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタの閾電圧より低くならない様に設定されている。好ましくは、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは飽和領域で動作し、そのゲートに印加された電圧レベルと閾電圧との差に応じた駆動電流を該発光素子に流す。又、前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートと前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲートとが直接に接続されてカレントミラー回路を構成し、信号電流の電流レベルと駆動電流の電流レベルとが比例関係となる様にする。又、前記変換部は、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートとの間に挿入されたスイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタを含んでおり、該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、信号電流の電流レベルを電圧レベルに変換する時に導通し、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのドレインとゲートを電氣的に接続してソースを基準とする電圧レベルをゲートに生ぜしめる一方、該スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、電圧レベルを該容量に保持する時に遮断され、該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート及びこれに接続した該容量をドレインから切り離す。好ましくは、前記

発光素子は有機エレクトロルミネッセンス素子を用いる。好ましくは、前記駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタ及び変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタは、多結晶半導体薄膜でソース、ドレイン及びチャンネルを形成した薄膜トランジスタである。

【0011】本発明の画素回路は次の特徴を有する。第一に、画素への輝度情報の書き込みは、輝度に応じた大きさの信号電流をデータ線に流すことによって行われ、その電流は画素内部の変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのソース・ドレイン間を流れ、結果その電流レベルに応じたゲート・ソース間電圧を生ずる。第二に、上記で生じたゲート・ソース間電圧、またはゲート電位は、画素内部に形成された、もしくは寄生的に存在する容量の作用によって保持され、書き込み終了後も所定の期間、概ねそのレベルを保つ。第三に、OLEDに流れる電流は、それと直列に接続された前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタ自身、もしくはそれとは別に画素内部に設けられ該変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタとゲートを共通接続された駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタによって制御され、OLED駆動の際のゲート・ソース間電圧が、第一の特徴によって生じた変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート・ソース間電圧に概ね等しい。第四に、書き込み時には、第1の走査線によって制御される取込用絶縁ゲート型電界効果トランジスタによってデータ線と画素内部が導通され、第2の走査線によって制御されるスイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタによって前記変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタのゲート・ドレイン間が短絡される。以上まとめると、従来例においては輝度情報が電圧値の形で与えられたのに対し、本発明の表示装置においては電流値の形で与えられること、即ち電流書き込み型であることが著しい特徴である。

【0012】本発明は、既に述べたようにTFTの特性ばらつきによらず、正確に所望の電流をOLEDに流すことを目的とするが、上記第一ないし第四の特徴によって、本目的が達成できる理由を以下に説明する。なお、以下変換用絶縁ゲート型電界効果トランジスタをTFT1、駆動用絶縁ゲート型電界効果トランジスタをTFT2、取込用絶縁ゲート型電界効果トランジスタをTFT3、スイッチ用絶縁ゲート型電界効果トランジスタをTFT4と記す。但し本発明はTFT（薄膜トランジスタ）に限られるものではなく、単結晶シリコン基板やSOI基板に作成される単結晶シリコントランジスタなど広く絶縁ゲート型電界効果トランジスタを能動素子として採用可能である。さて、輝度情報の書き込み時、TFT1に流す信号電流を $I_w$ 、その結果TFT1に生ずるゲート・ソース間電圧を $V_{gs}$ とする。書き込み時はTFT4によってTFT1のゲート・ドレイン間が短絡されているので、TFT1は飽和領域で動作する。よって、 $I_w$ は、以下の式で与えられる。

11

12

$$I_w = \mu_1 \cdot C_{ox1} \cdot W_1 / L_1 / 2 (V_{gs} - V_{th1})^2 \quad \dots (3)$$

ここで各パラメータの意味は前記(1)式の場合に準ずる。次に、OLEDに流れる電流を $I_{drv}$ とすると、 $I_{drv}$ は、OLEDと直列に接続されるTFT2によって電流レベルが制御される。本発明では、そのゲート\*

\*・ソース間電圧が(3)式の $V_{gs}$ に一致するので、TFT2が飽和領域で動作すると仮定すれば、以下の式が成り立つ。

$$I_{drv} = \mu_2 \cdot C_{ox2} \cdot W_2 / L_2 / 2 (V_{gs} - V_{th2})^2 \quad \dots (4)$$

各パラメータの意味は前記(1)式の場合に準ずる。なお、絶縁ゲート電界効果型の薄膜トランジスタが飽和領域で動作するための条件は、 $V_{ds}$ をドレイン・ソース間電圧として、一般に以下の式で与えられる。

$$|V_{ds}| > |V_{gs} - V_{th}| \quad \dots (5)$$

【0013】ここで、TFT1とTFT2とは、小さな\*

$$I_{drv} / I_w = (W_2 / L_2) / (W_1 / L_1) \quad \dots (6)$$

ここで注意すべき点は、(3)式及び(4)式において、 $\mu$ 、 $C_{ox}$ 、 $V_{th}$ の値自体は、画素毎、製品毎、あるいは製造ロット毎にばらつくのが普通であるが、(6)式はこれらのパラメータを含まないので、 $I_{drv} / I_w$ の値はこれらのばらつきに依存しないということである。仮に $W_1 = W_2$ 、 $L_1 = L_2$ と設計すれば、 $I_{drv} / I_w = 1$ 、すなわち $I_w$ と $I_{drv}$ が同一の値となる。すなわちTFTの特性ばらつきによらず、OLEDに流れる駆動電流 $I_{drv}$ は、正確に信号電流 $I_w$ と同一になるので、結果としてOLEDの発光輝度を正確に制御できる。

【0014】以上の様に、変換用TFT1の $V_{th1}$ と駆動用TFT2の $V_{th2}$ は基本的に同一である為、両TFTお互いの共通電位にあるゲートに対してカットオフレベルの信号電圧が印加されると、TFT1及びTFT2共に非導通状態になるはずである。ところが、実際には画素内でもパラメータのばらつきなどの要因により、 $V_{th1}$ よりも $V_{th2}$ が低くなってしまうことがある。この時には、駆動用TFT2にサブスレッショルドレベルのリーク電流が流れる為、OLEDは微発光を呈する。この微発光により画面のコントラストが低下し表示特性が損なわれる。そこで、本発明では特に、駆動用TFT2の閾電圧 $V_{th2}$ が画素内で対応する変換用TFT1の閾電圧 $V_{th1}$ より低くならない様に設定している。例えば、TFT2のゲート長 $L_2$ をTFT1のゲート長 $L_1$ よりも長くして、これらの薄膜トランジスタのプロセスパラメータが変動しても、 $V_{th2}$ が $V_{th1}$ よりも低くならない様にする。これにより、微少な電流リークを抑制することが可能である。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明による画素回路の例である。この回路は、信号電流が流れる変換用トランジスタTFT1、有機EL素子等からなる発光素子に流れる駆動電流を制御する駆動用トランジスタTFT2の他、第1の走査線 $scanA$ の制御によって画素回路とデータ線 $data$ とを接続もしくは遮断する取込用トラ★50

※画素内部に近接して形成されるため、大略 $\mu_1 = \mu_2$ 及び $C_{ox1} = C_{ox2}$ であり、特に工夫を凝らさない限り、 $V_{th1} = V_{th2}$ と考えられる。すると、このとき(3)式及び(4)式から容易に以下の式が導かれる。

★ンジスタTFT3、第2の走査線 $scanB$ の制御によって書き込み期間中にTFT1のゲート・ドレインを短絡するスイッチ用トランジスタTFT4、TFT1のゲート・ソース間電圧を、書き込み終了後も保持するための容量 $C$ 、及び発光素子OLEDから成る。図1でTFT3はNMOS、その他のトランジスタはPMOSで構成しているが、これは一例であって、必ずしもこの通りである必要はない。容量 $C$ は、その一方の端子をTFT1のゲートに接続され、他方の端子は $V_{dd}$ (電源電位)に接続されているが、 $V_{dd}$ に限らず任意の一定電位でも良い。OLEDのカソード(陰極)は接地電位に接続されている。

【0016】基本的に、本発明にかかる表示装置は、走査線 $scanA$ 及び $scanB$ を順次選択する走査線駆動回路と、輝度情報に応じた電流レベルを有する信号電流 $I_w$ を生成して逐次データ線 $data$ に供給する電流源 $CS$ を含むデータ線駆動回路と、各走査線 $scanA$ 、 $scanB$ 及び各データ線 $data$ の交差部に配されていると共に、駆動電流の供給を受けて発光する電流駆動型の発光素子OLEDを含む複数の画素とを備えている。特徴事項として、図1に示した当該画素は、当該走査線 $scanA$ が選択された時当該データ線 $data$ から信号電流 $I_w$ を取り込む受入部と、取り込んだ信号電流 $I_w$ の電流レベルを一旦電圧レベルに変換して保持する変換部と、保持された電圧レベルに応じた電流レベルを有する駆動電流を当該発光素子OLEDに流す駆動部とからなる。具体的には、前記受入部は取込用トランジスタTFT3からなる。前記変換部は、ゲート、ソース、ドレイン及びチャネルを備えた変換用薄膜トランジスタTFT1と、そのゲートに接続した容量 $C$ とを含んでいる。変換用薄膜トランジスタTFT1は、受入部によって取り込まれた信号電流 $I_w$ をチャネルに流して変換された電圧レベルをゲートに発生させ、容量 $C$ はゲートに生じた電圧レベルを保持する。更に前記変換部は、変換用薄膜トランジスタTFT1のドレインとゲートとの間に挿入されたスイッチ用薄膜トランジスタTFT4

を含んでいる。スイッチ用薄膜トランジスタTFT4は、信号電流Iwの電流レベルを電圧レベルに変換する時に導通し、変換用薄膜トランジスタTFT1のドレインとゲートを電気的に接続してソースを基準とする電圧レベルをTFT1のゲートに生ぜしめる。又、スイッチ用薄膜トランジスタTFT4は、電圧レベルを容量Cに保持する時に遮断され、変換用薄膜トランジスタTFT1のゲート及びこれに接続した容量CをTFT1のドレインから切り離す。

【0017】更に、前記駆動部は、ゲート、ドレイン、ソース及びチャネルを備えた駆動用薄膜トランジスタTFT2を含んでいる。駆動用薄膜トランジスタTFT2は、容量Cに保持された電圧レベルをゲートに受け入れそれに応じた電流レベルを有する駆動電流をチャネルを介して発光素子OLEDに流す。変換用薄膜トランジスタTFT1のゲートと駆動用薄膜トランジスタTFT2のゲートとが直接に接続されてカレントミラー回路を構成し、信号電流Iwの電流レベルと駆動電流の電流レベルとが比例関係となる様にした。駆動用薄膜トランジスタTFT2は飽和領域で動作し、そのゲートに印加された電圧レベルと閾電圧との差に応じた駆動電流を発光素子OLEDに流す。

【0018】本発明の特徴事項として、駆動用薄膜トランジスタTFT2は、その閾電圧が画素内で対応する変換用薄膜トランジスタTFT1の閾電圧より低くならない様に設定されている。具体的には、TFT2は、そのゲート長がTFT1のゲート長より短くならない様に設定されている。あるいは、TFT2は、そのゲート絶縁膜が画素内で対応するTFT1のゲート絶縁膜より薄くならないように設定しても良い。あるいは、TFT2は、そのチャネルに注入される不純物濃度を調整して、閾電圧が画素内で対応するTFT1の閾電圧より低くならない様に設定してもよい。仮に、TFT1とTFT2の閾電圧が同一となる様に設定した場合、共通接続された両薄膜トランジスタのゲートにカットオフレベルの信号電圧が印加されると、TFT1及びTFT2は両方共オフ状態になるはずである。ところが、実際には画素内にも僅かながらプロセスパラメータのばらつきがあり、TFT1の閾電圧よりTFT2の閾電圧が低くなる場合がある。この時には、カットオフレベル以下の信号電圧でもサブスレッショルドレベルの微弱電流が駆動用TFT2に流れる為、OLEDは微発光し画面のコントラスト低下が現れる。そこで、本発明では、TFT2のゲート長をTFT1のゲート長よりも長くしている。これにより、薄膜トランジスタのプロセスパラメータが画素内で変動しても、TFT2の閾電圧がTFT1の閾電圧よりも低くならない様にする。

【0019】図2は、薄膜トランジスタのゲート長Lと閾電圧Vthの関係を示すグラフである。ゲート長Lが比較的短い短チャネル効果領域Aでは、ゲート長Lの増

加に伴いVthが上昇する。一方、ゲート長Lが比較的大きな抑制領域Bではゲート長Lに関わらずVthはほぼ一定である。この特性を利用して、本発明ではTFT2のゲート長をTFT1のゲート長よりも長くしている。例えば、TFT1のゲート長が7μmの場合、TFT2のゲート長を10μm程度にする。TFT1のゲート長が短チャネル効果領域Aに属する一方、TFT2のゲート長が抑制領域Bに属する様にしても良い。これにより、TFT2における短チャネル効果を抑制することができる。以上により、TFT2に流れるサブスレッショルドレベルのリーク電流を抑制してOLEDの微発光を抑え、コントラスト改善に寄与可能である。

【0020】図3は、図1に示した画素回路の断面構造を模式的に表している。但し、図示を容易にするため、OLEDとTFT2のみを表している。OLEDは、反射電極10、有機EL層11及び透明電極12を順に重ねたものである。反射電極10は画素毎に分離しておりOLEDのアノードとして機能する、透明電極12は画素間で共通接続されており、OLEDのカソードとして機能する。即ち、透明電極12は所定の電源電位Vddに共通接続されている。有機EL層11は例えば正孔輸送層と電子輸送層とを重ねた複合膜となっている。例えば、アノード（正孔注入電極）として機能する反射電極10の上に正孔輸送層としてDiamyneを蒸着し、その上に電子輸送層としてAlq3を蒸着し、更にその上にカソード（電子注入電極）として機能する透明電極12を成膜する。尚、Alq3は、8-hydroxyquinoline aluminumを表している。このような積層構造を有するOLEDは一例に過ぎない。かかる構成を有するOLEDのアノード／カソード間に順方向の電圧（10V程度）を印加すると、電子や正孔等キャリアの注入が起こり、発光が観測される。OLEDの動作は、正孔輸送層から注入された正孔と電子輸送層から注入された電子より形成された励起子による発光と考えられる。

【0021】一方、TFT2はガラス等からなる基板1の上に形成されたゲート電極2と、その上面に重ねられたゲート絶縁膜3と、このゲート絶縁膜3を介してゲート電極2の上方に重ねられた半導体薄膜4とからなる。この半導体薄膜4は例えば多結晶シリコン薄膜からなる。TFT2はOLEDに供給される電流の通路となるソースS、チャネルCh及びドレインDを備えている。チャネルChは丁度ゲート電極2の直上に位置する。このボトムゲート構造のTFT2は層間絶縁膜5により被覆されており、その上にはソース電極6及びドレイン電極7が形成されている。これらの上には別の層間絶縁膜9を介して前述したOLEDが成膜されている。なお、図3の例ではTFT2のドレインにOLEDのアノード



を接続する為、TFT2としてPチャネル薄膜トランジスタを用いている。

【0022】ここで、TFT2のゲート長LはTFT1（図示せず）のゲート長よりも長くなる様に設定されている。あるいは、TFT2のゲート絶縁膜3の厚みdをTFT1のゲート絶縁膜の厚みよりも大きくしてもよい。薄膜トランジスタの閾電圧はゲート絶縁膜の厚みが大きくなる程上昇する。場合によっては、TFT2のチャネルChに不純物を選択的に注入して閾電圧を調整してもよい。PチャネルのTFT2の場合その閾電圧をよりエンハンスメント側にシフトする為、不純物P又はAsをチャネルChに選択的にドーピングすればよい。

【0023】次に、図4を参照して、図1に示した画素回路の駆動方法を簡潔に説明する。先ず、書き込み時には第1の走査線scanA、第2の走査線scanBを選択状態とする。図4の例では、scanAを低レベル、scanBを高レベルとしている。両走査線が選択された状態でデータ線dataに電流源CSを接続することにより、TFT1に輝度情報に応じた信号電流Iwが流れる。電流源CSは輝度情報に応じて制御される可変電流源である。このとき、TFT1のゲート・ドレイン間はTFT4によって電氣的に短絡されているので（5）式が成立し、TFT1は飽和領域で動作する。従って、そのゲート・ソース間には（3）式で与えられる電圧Vgsが生ずる。次に、scanA、scanBを非選択状態とする。詳しくは、まずscanBを低レベルとしてTFT4をoff状態とする。これによってVgsが容量Cによって保持される。次にscanAを高レベルにしてoff状態とすることにより、画素回路とデータ線dataとが電氣的に遮断されるので、その後はデータ線dataを介して別の画素への書き込みを行うことができる。ここで、電流源CSが信号電流の電流レベルとして出力するデータは、scanBが非選択となる時点では有効である必要があるが、その後は任意のレベル（例えば次の画素の書き込みデータ）とされて良い。TFT2はTFT1とゲート及びソースが共通接続されており、かつ共に小さな画素内部に近接して形成されているので、TFT2が飽和領域で動作していれば、TFT2を流れる電流は（4）式で与えられ、これがすなわちOLEDに流れる駆動電流I<sub>drv</sub>となる。TFT2を飽和領域で動作させるには、OLEDでの電圧降下を考慮してもなお（5）式が成立するよう、十分な電源電位をV<sub>dd</sub>に与えれば良い。

【0024】図5は、図1の画素回路をマトリクス状に並べて構成した表示装置の例である。その動作を以下に説明する。先ず、垂直スタートパルス（VSP）がシフトレジスタを含む走査線駆動回路A21と同じくシフトレジスタを含む走査線駆動回路B23に入力される。走査線駆動回路A21、走査線駆動回路B23はVSPを受けた後、垂直クロック（VCKA、VCKB）に同

期してそれぞれ第1の走査線scanA1～scanAN、第2の走査線scanB1～scanBNを順次選択する。各データ線dataに対応して電流源CSがデータ線駆動回路22内に設けられており、輝度情報に応じた電流レベルでデータ線を駆動する。電流源CSは、図示の電圧／電流変換回路からなり、輝度情報を表す電圧に応じて信号電流を出力する。信号電流は選択された走査線上の画素に流れ、走査線単位で電流書き込みが行われる。各画素はその電流レベルに応じた強度で発光を開始する。ただし、VCKAは、VCKBに対し、遅延回路24によってわずかに遅延されている。これにより、図4に示したように、scanBがscanAに先立って非選択となる。

【0025】

【発明の効果】本発明の画素回路、及びその駆動法によれば、能動素子（TFTなど）の特性ばらつきによらず、データ線からの信号電流I<sub>w</sub>に正確に比例（または対応）する駆動電流I<sub>drv</sub>を、電流駆動型の発光素子（有機EL素子など）に流すことが可能である。このような画素回路をマトリクス状に多数配置することにより、各画素を正確に所望の輝度で発光させることができるので、高品位なアクティブマトリクス型表示装置を提供することが可能である。特に、駆動用TFTの閾電圧を変換用TFTの閾電圧より低くならない様に設定することで、発光素子に流れるリーク電流を抑制し、以て発光素子の微発光を抑える。これにより、有機ELディスプレイなど電流駆動型の表示装置のコントラストを改善して画質を高めることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る表示装置を構成する画素回路の実施形態を示す回路図である。

【図2】薄膜トランジスタのゲート長と閾電圧との関係を示すグラフである。

【図3】本発明に係る表示装置の構成例を示す断面図である。

【図4】図1に示した実施形態における各信号の波形例を示す波形図である。

【図5】図1の実施形態に係る画素回路を使用した表示装置の構成例を示すブロック図である。

【図6】従来の画素回路の例を示す回路図である。

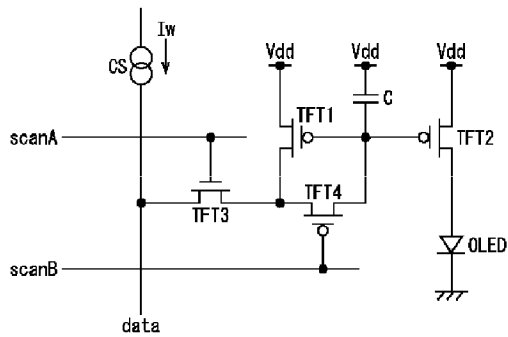
【図7】従来の表示装置の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

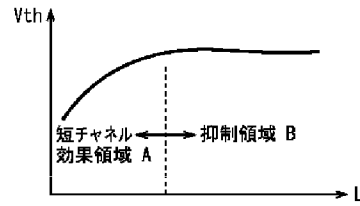
OLED・・・発光素子、TFT1・・・変換用薄膜トランジスタ、TFT2・・・駆動用薄膜トランジスタ、TFT3・・・取込用薄膜トランジスタ、TFT4・・・スイッチ用薄膜トランジスタ、C・・・保持容量、CS・・・電流源、scanA・・・走査線、scanB・・・走査線、data・・・データ線、21・・・走査線駆動回路、22・・・データ線駆動回路、23・・・

・走査線駆動回路、25・・・画素

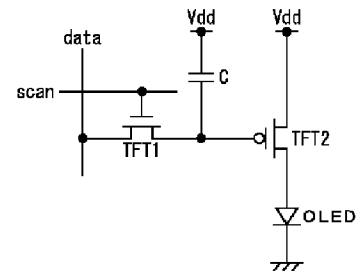
【図1】



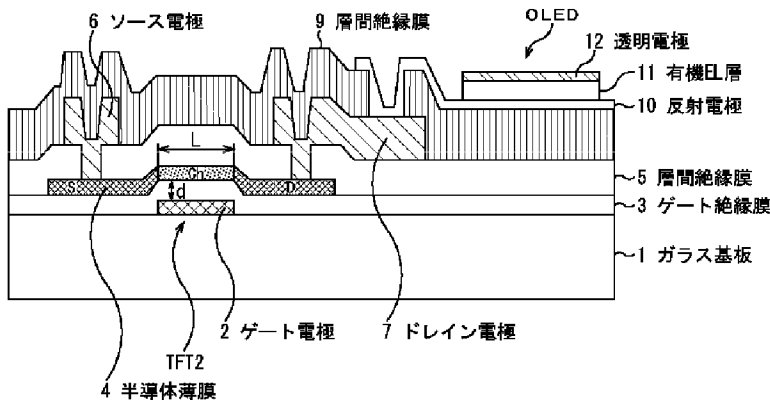
【図2】



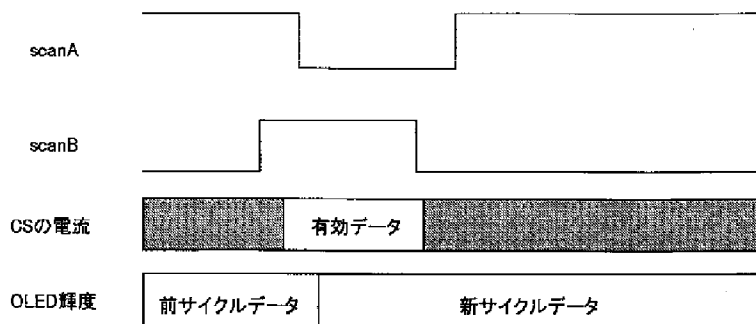
【図6】



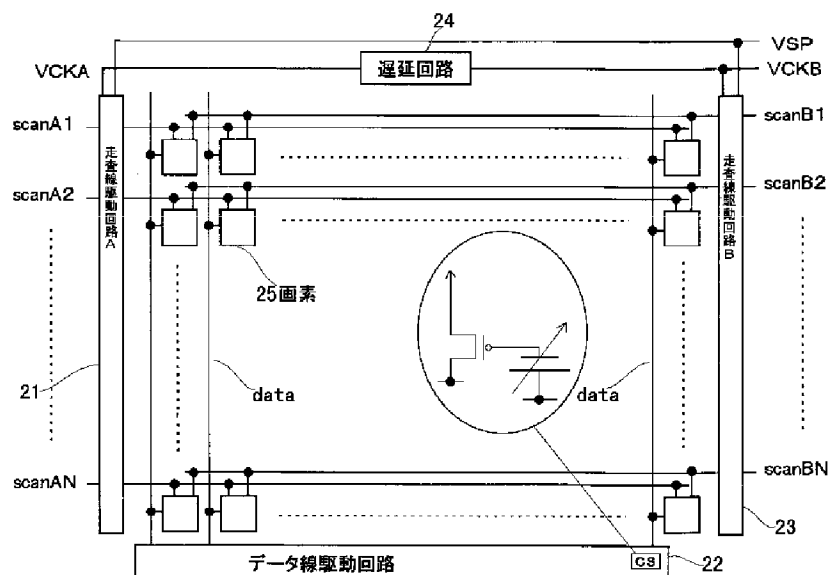
【図3】



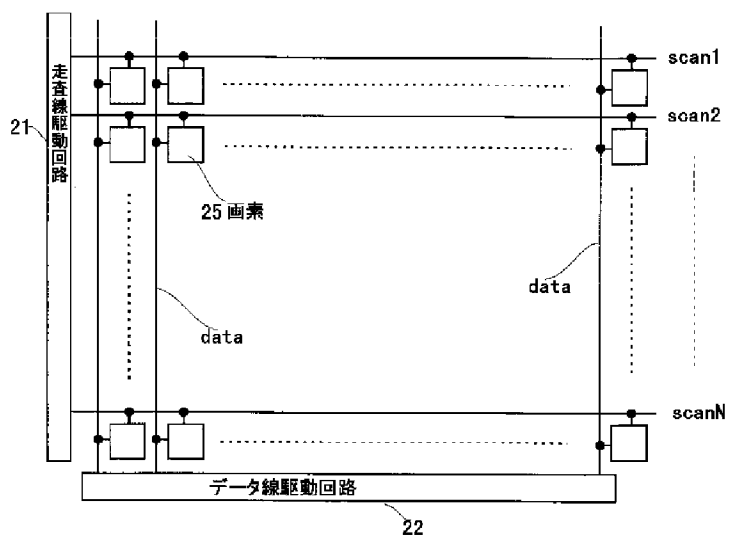
【図4】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
// H05B 33/14

識別記号

F I  
H01L 29/78

テマコード(参考)

614

F ターム(参考) 3K007 AB17 BA06 CA01 CB01 CC01  
DA00 DB03 EB00 FA01  
5C080 AA06 BB05 CC03 DD12 DD30  
EE25 FF12 HH09 KK02  
5C094 AA02 AA06 AA07 AA14 AA25  
BA03 BA27 CA19 DA09 EA05  
EB02 FB01  
5F110 AA06 AA08 AA14 BB02 CC08  
DD02 EE25 GG02 GG13 GG32  
NN02 NN78 NN80

PAT-NO: JP02001147659A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001147659 A  
TITLE: DISPLAY DEVICE  
PUBN-DATE: May 29, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
YAMAGISHI, MACHIO	N/A
YUMOTO, AKIRA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONY CORP	N/A

APPL-NO: JP11327637

APPL-DATE: November 18, 1999

INT-CL (IPC): G09G003/20, G09F009/30 , G09G003/30 , H01L029/786 ,  
H05B033/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably and accurately supply desired current to a light emitting element of each pixel and to suppress the current leak independently of characteristic dispersion of an active element inside the pixel exists.

SOLUTION: Each pixel consists of a receiving transistor TFT3 which takes in a signal current  $I_w$  from a data line data when a scanning line scanA is selected, a converting transistor TFT1 which temporarily converts the current level of the taken in signal current  $I_w$  to a voltage level and holds it, and a driving transistor TFT2 which provides a flow of driving current having a current level corresponding to the held voltage level to a light

emitting  
element OLED. The TFT1 provides a flow of the current  $I_w$  taken in by  
the TFT3  
to its own channel to generate a converted voltage level at its own  
gate and a  
capacitor C holds the voltage level generated at the gate of the  
TFT1. The  
TFT2 makes a driving current having a current level corresponding to  
the  
voltage level held in the capacitor C flow through the element OLED.  
Note that  
the threshold voltage of the TFT2 is set so that the voltage dose not  
become  
lower than the threshold voltage of the TFT1 to suppress leak  
current.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

\* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the display provided with the light emitting device by which luminosity is controlled by current, such as an organic electroluminescence (EL) element, for every pixel. It is related with the what is called active-matrix type image display device with which the current amount supplied to a light emitting device is controlled by active devices, such as an insulated gate field effect transistor provided in each pixel, in more detail. It is related with the control art of the leakage current of subthreshold level of flowing into an insulated gate field effect transistor, in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art]A picture is displayed by arranging many pixels in matrix form and generally, controlling light intensity by a active-matrix type image display device for every pixel according to the given brightness information. When a liquid crystal is used as electrooptic material, the transmissivity of a pixel changes according to the voltage written in each pixel. It is the same as that of the case where fundamental operation uses a liquid crystal also with the active-matrix type image display device using organic electroluminescence material as electrooptic material. However, unlike a liquid crystal display, an organic electroluminescence display is what is called a spontaneous light type that has a light emitting device in each pixel, and has an advantage, like needlessness and speed of response of a back light are quick with the high visibility of a picture compared with a liquid crystal display. The luminosity of each light emitting device is controlled by a current amount. That is, in that a light emitting device is a current drive type or a current control type, a liquid crystal display etc. are large and it differs.

[0003]A passive matrix and an active matrix are possible also for an organic electroluminescence display as the drive system like a liquid crystal display. Since realization of the large-sized and high definition display of what has a simple structure is difficult for the

former, development of an active matrix is performed briskly. An active matrix is controlled by the active device (generally it may call the thin film transistor which is a kind of an insulated gate field effect transistor, and the following TFT) which provided the current which flows into the light emitting device provided in each pixel in the inside of a pixel. The organic electroluminescence display of this active matrix is indicated by JP,8-234683,A, and shows drawing 6 the equivalent circuit for stroke matter. A pixel consists of the light emitting device OLED, the first thin film transistor TFT1, the second thin film transistor TFT2, and the retention volume C. A light emitting device is an organic electroluminescence (EL) element. Since an organic EL device has a rectifying action in many cases, it may be called OLED (organic light emitting diode), and, by a diagram, uses the sign of the diode as the light emitting device OLED. However, a light emitting device is not necessarily restricted to OLED, and luminosity should just be controlled by the current amount which flows into an element. A rectifying action is not necessarily required of a light emitting device. In the example of the graphic display, while the source of P channel type TFT2 is set to V<sub>dd</sub> (power supply potential) and the cathode (negative pole) of the light emitting device OLED is connected to earth potentials, the anode (anode) is connected to the drain of TFT2. On the other hand, the gate of N channel type TFT1 is connected to the scanning line scan, source is connected to data-line data, and the drain is connected to the gate of the retention volume C and TFT2.

[0004]In order to operate a pixel, first, the scanning line scan is made into a selective state, if the data potential V<sub>w</sub> which expresses brightness information to data-line data is impressed, TFT1 flows, the retention volume C is charged or discharged, and the gate potential of TFT2 is in agreement with the data potential V<sub>w</sub>. If the scanning line scan is changed into a non selection state, TFT1 will be come by off, and TFT2 will be electrically separated from data-line data, but the gate potential of TFT2 is stably held with the retention volume C. The current which flows into the light emitting device OLED via TFT2 serves as a value according to the gate / voltage V<sub>gs</sub> between source of TFT2, and the light emitting device OLED continues emitting light by the luminosity according to the current amount supplied through TFT2.

[0005]Now, when the current which flows between the drain/source of TFT2 is set to I<sub>ds</sub>, this is driving current which flows into OLED. I<sub>ds</sub> is expressed with the following formulas when TFT2 shall operate in a saturation region.

$$I_{ds} = \mu \cdot C_{ox} \cdot W/L / 2 (V_{gs} - V_{th})^2 = \mu \cdot C_{ox} \cdot W/L / 2 (V_w - V_{th})^2 \quad -- (1)$$

C<sub>ox</sub> is the gate capacitance per unit area, and is given by the following formulas here.

$$C_{ox} = \epsilon_0 \text{ and } \epsilon_r / d \quad -- (2)$$

(1) V<sub>th</sub> shows the threshold of TFT2 among a formula and (2) types, μ shows the mobility of a career, W shows channel width, L shows channel length, ε<sub>0</sub> shows the dielectric constant of vacuum, ε<sub>r</sub> shows the specific inductive capacity of gate dielectric film, and d is the thickness of gate dielectric film.



[0006](1) According to the formula,  $I_{ds}$  can be controlled by the potential  $V_w$  written in a pixel, and the luminosity of the light emitting device OLED can be controlled by it as a result. Here, the reason for operating TFT2 in a saturation region is as follows. That is, in order to control  $I_{ds}$  only by  $V_{gs}$  in a saturation region and not to be dependent on a drain / voltage  $V_{ds}$  between source, even if it changes  $V_{ds}$  with characteristic dispersion of OLED, it is because the driving current  $I_{ds}$  of the specified quantity can be sent through OLED.

[0007]As mentioned above, once it writes in  $V_w$ , by the circuitry of the pixel shown in drawing 6, OLED will continue luminescence by fixed luminosity between 1 scanning cycles (one frame) until it is rewritten next. If a majority of such pixels are arranged to matrix form like drawing 7, an active matrix type display can be constituted. Scanning line scan1 thru/or scanN for the conventional display to choose the pixel 25 in a predetermined scanning cycle (for example, frame period according to the NTSC standard) as shown in drawing 7, Data-line data which gives the brightness information (data potential  $V_w$ ) for driving the pixel 25 is allocated by matrix form. While scanning line scan1 thru/or scanN are connected to the scanning line driving circuit 21, data-line data is connected to the data line driving circuit 22. A desired picture can be displayed by repeating the writing of data-line data to  $V_w$  by the data line driving circuit 22, choosing scanning line scan1 thru/or scanN one by one by the scanning line driving circuit 21. In a passive-matrix type display, the light emitting device contained in each pixel, With the active-matrix type display shown in drawing 7, to emitting light only at the moment of being chosen. In order that the light emitting device of each pixel 25 may continue luminescence, it compares with a passive-matrix type, and it is points -- the level of the driving current of a light emitting device can be lowered -- and after a write end becomes advantageous on a high definition large-sized display especially.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]In a active-matrix type organic electroluminescence display, although TFT (Thin Film Transistor, thin film transistor) generally as an active device formed on the glass substrate is used, this is based on the following reason. That is, it is not realistic to become comparatively large-sized [ the size ] on the character in which an organic electroluminescence display is a direct viewing type, and to use a single crystal silicon substrate from cost, restrictions of a manufacturing facility, etc. for formation of an active device. From this situation, a comparatively large-sized glass substrate is used in a active-matrix type organic electroluminescence display, and, usually TFT in which forming on it as an active device is comparatively easy is used. However, since the amorphous silicon and polysilicon which are used for formation of TFT have bad crystallinity compared with single crystal silicon and the controllability of a transmission machine style is bad, it is known that formed TFT has large dispersion in the characteristic. When forming poly-Si TFT on a comparatively large-sized glass substrate especially, in order to avoid problems, such as heat

modification of a glass substrate, the laser annealing method is usually used, but. It is difficult to irradiate a big glass substrate with laser energy uniformly, and it is not avoided that the state of crystallization of polysilicon produces dispersion by the place in a substrate.

[0009]As a result, it is not rare that that  $V_{th}$  (threshold) differs also in TFT formed on the same board  $V$  or more [ 1 ] by a pixel depending on hundreds of mV and the case, either. In this case, although the same signal potential  $V_w$  is written in to a pixel different, for example, As a result of  $V_{th}$ 's varying by a pixel, according to (1) type shown above, the current  $I_{ds}$  which flows into OLED varies greatly for every pixel, at all, results from a desired value in shifting, and cannot expect image quality high as a display. This can say that the same may be said of dispersion in each parameter of not only  $V_{th}$  but carrier mobility  $\mu$  (1) types. It is not avoided that a certain grade changes dispersion in each of above-mentioned parameters with not only dispersion between the above pixels but every manufacture lot or every product. In such a case, although it is necessary to determine according to completion of each parameter of (1) type for every product about how the data-line potential  $V_w$  should be set up to the current  $I_{ds}$  of the request which should be passed to OLED, About aging of the TFT characteristic it is not only unreal, but produced in the mass production line of a display by the characteristic fluctuation of TFT by environmental temperature, and also prolonged use, it is very difficult for this to take a measure. This invention relates to a pixel circuit made in view of the above-mentioned problem, and a drive method for the same. The purpose is not based on characteristic dispersion of the active device inside a pixel, but supplies desired current to the light emitting device of each pixel stably and correctly, and there is in providing the display which can display a picture high-definition as the result.

The purpose of controlling the leakage current of the subthreshold level which flows into TFT which drives OLED especially, and preventing fine luminescence of a pixel, with attaining high-definition image display is carried out.

[0010]

[Means for Solving the Problem]The following means were provided in order to attain the above-mentioned purpose. Namely, a data line driving circuit including a current source which this invention generates a scanning line driving circuit which chooses a scanning line one by one, and signal current which has a current level according to brightness information, and is supplied to the data line one by one, Are allotted to an intersection of each scanning line and each data line, and are two or more pixels containing a current drive type light emitting device which emits light in response to supply of driving current the display which it had, and the pixel concerned, An accession department which incorporates signal current from the data line concerned when the scanning line concerned is chosen, A converter which once transforms a current level of incorporated signal current into a voltage level, and holds it, Driving current which has a current level according to a held voltage level including an actuator passed to the

light emitting device concerned said converter, An insulated gate field effect transistor for conversion provided with a gate, source, a drain, and a channel, Capacity linked to this gate is included and said insulated gate field effect transistor for conversion, Make this gate generate a voltage level which sent through this channel signal current incorporated by this accessions department, and was changed, hold said capacity, and a voltage level produced to this gate said actuator, An insulated gate field effect transistor for a drive provided with a gate, a drain, source, and a channel is included, Said insulated gate field effect transistor for a drive, Driving current which accepts in a gate a voltage level held at this capacity, and has a current level according to it is sent through this light emitting device via a channel, Said insulated gate field effect transistor for a drive is set up so that the threshold voltage may not become lower than threshold voltage of an insulated gate field effect transistor for conversion corresponding within a pixel. Specifically, said insulated gate field effect transistor for a drive is set up so that the gate length may not become shorter than gate length of an insulated gate field effect transistor for conversion corresponding within a pixel. Or said insulated gate field effect transistor for a drive is set up so that the gate dielectric film may not become thinner than gate dielectric film of an insulated gate field effect transistor for conversion corresponding within a pixel. Or said insulated gate field effect transistor for a drive adjusts impurity concentration poured into a channel, and it is set up so that the threshold voltage may not become lower than threshold voltage of an insulated gate field effect transistor for conversion corresponding within a pixel. Preferably, said insulated gate field effect transistor for a drive operates in a saturation region, and sends through this light emitting device driving current according to a difference of a voltage level and threshold voltage which were impressed to the gate. A gate of said insulated gate field effect transistor for conversion and a gate of said insulated gate field effect transistor for a drive are connected directly, a current mirror circuit is constituted, and it is made for a current level of signal current and a current level of driving current to serve as proportionality. Said converter contains an insulated gate field effect transistor for a switch inserted between a drain of this insulated gate field effect transistor for conversion, and a gate, This insulated gate field effect transistor for a switch, While flowing when transforming a current level of signal current into a voltage level, electrically connecting a drain and a gate of this insulated gate field effect transistor for conversion and making a gate produce a voltage level on the basis of source, This insulated gate field effect transistor for a switch is intercepted when holding a voltage level in this capacity, and it separates this capacity linked to a gate of this insulated gate field effect transistor for conversion, and this from a drain. Preferably, said light emitting device uses an organic electroluminescence element. Preferably, said insulated gate field effect transistor for a drive and an insulated gate field effect transistor for conversion are thin film transistors which formed source, a drain, and a channel with a polycrystalline semiconductor thin film.

[0011] A pixel circuit of this invention has the following feature. In the first place, writing of brightness information to a pixel is performed by sending signal current of a size according to luminosity through the data line, and the current produces voltage between the gate [ between / source drains of an insulated gate field effect transistor for conversion inside a pixel ] sauce according to the current level as a result of a flow. Voltage between gate sauce produced [ second ] in the above or gate potential was formed in an inside of a pixel, or it is held by operation of capacity which exists parasitically, and after a write end maintains the level in general during the predetermined period. Said insulated gate field effect transistor for conversion itself by which current which flows [ third ] into OLED was connected to it and series. Or it is controlled by an insulated gate field effect transistor for a drive by which was provided in an inside of a pixel apart from it, and common connection was carried out in this insulated gate field effect transistor for conversion, and a gate, Voltage between gate sauce in the case of an OLED drive is equal to voltage between gate sauce of an insulated gate field effect transistor for conversion produced according to the first feature in general. In the fourth, the data line and an inside of a pixel flow by an insulated gate field effect transistor for taking in controlled by the 1st scanning line at the time of writing, Between gate drains of said insulated gate field effect transistor for conversion connects too hastily by an insulated gate field effect transistor for a switch controlled by the 2nd scanning line. When it collects above, it is the remarkable feature to be given in a form of a current value in a display of this invention to brightness information having been given in a form of a pressure value in a conventional example, i.e., it is a current writing type.

[0012] Although this invention is not based on characteristic dispersion of TFT as already stated, but it aims at sending desired current through OLED correctly, the above-mentioned first thru/or the fourth feature explain a reason for the ability to attain this purpose below. TFT3 and an insulated gate field effect transistor for a switch are described [ an insulated gate field effect transistor for conversion / TFT1 and an insulated gate field effect transistor for a drive ] for TFT2 and an insulated gate field effect transistor for taking in as TFT4 below. However, this invention is not restricted to TFT (thin film transistor), and its single crystal silicon transistor etc. which are created by a single crystal silicon substrate and SOI substrate are large, and it can be adopted by using an insulated gate field effect transistor as an active device. Now, voltage between gate sauce which produces in TFT1 signal current sent through TFT1 as a result of [ its ]  $I_w$  is set to  $V_{gs}$  at the time of writing of brightness information. Since between gate drains of TFT1 has connected too hastily by TFT4 at the time of writing, TFT1 operates in a saturation region. Therefore,  $I_w$  is given by the following formulas.

$$I_w = \mu_1, Cox1 \text{ and } W1/L1/2 (V_{gs} - V_{th1})^2 \text{ -- (3)}$$

In the case of the aforementioned (1) formula, a meaning of each parameter applies here.

Next, if current which flows into OLED is set to  $I_{drv}$ , a current level will be controlled by TFT2

by which  $I_{drv}$  is connected to OLED and series. In this invention, since voltage between the gate source is in agreement with  $V_{gs}$  of (3) types, if it assumes that TFT2 operates in a saturation region, the following formulas will be realized.

$$I_{drv} = \mu_2, C_{ox2} \text{ and } W_2/L_2/2 (V_{gs} - V_{th2})^2 \text{ -- (4)}$$

In the case of the aforementioned (1) formula, a meaning of each parameter applies. Generally conditions for the insulated-gate electric field effect type thin film transistor to operate in a saturation region are given by the following formulas by making  $V_{ds}$  into voltage between drain source.

$$|V_{ds}| > |V_{gs} - V_{th}| \text{ -- (5)}$$

[0013] Here, since an inside of a small pixel is approached and it is formed, TFT1 and TFT2 are profile  $\mu_1 = \mu_2$  and  $C_{ox1} = C_{ox2}$ , and unless creativity in particular is put, they are considered to be  $V_{th1} = V_{th2}$ . Then, the following formulas are easily drawn from (3) types and (4) types at this time.

$$I_{drv}/I_w = (W_2/L_2)/(W_1/L_1) \text{ -- (6)}$$

Although it is common in (3) types and (4) types to vary for every pixel, every product, or every manufacture lot as for the value of  $\mu$ ,  $C_{ox}$ , and  $V_{th}$  itself, a point which it should be careful of here, (6) Since a formula does not contain these parameters, I hear that it is not dependent on these dispersion, and there is a value of  $I_{drv}/I_w$ . If it designs with  $W_1 = W_2$  and  $L_1 = L_2$ ,  $I_{drv}/I_w = 1$ , i.e.,  $I_w$  and  $I_{drv}$ , will become the same value. That is, it is not based on characteristic dispersion of TFT, but since the driving current  $I_{drv}$  which flows into OLED becomes the same as that of the signal current  $I_w$  correctly, light emitting luminance of OLED is correctly controllable as a result.

[0014] since [ as mentioned above, ]  $V_{th}$  of TFT1 and TFT2 for drive of TFT1 for conversion2 is fundamentally the same -- both TFT(s) -- if a signal level of a cutoff level is impressed to a gate which is in common electric potential of \*\* mutually -- TFT1 and TFT2 -- it must be in both non-switch-on -- it comes out. However,  $V_{th2}$  may become low rather than  $V_{th1}$  by factors, such as dispersion in a parameter, also within a pixel actually. At this time, since leakage current of subthreshold level flows into TFT2 for a drive, OLED presents fine luminescence. Contrast of a screen falls by this fine luminescence, and display properties are spoiled. So, especially in this invention, it has set up so that threshold voltage  $V_{th}$  of TFT2 for drive2 may not become lower than threshold voltage  $V_{th}$  of TFT1 corresponding within pixel for conversion1. For example, even if gate length  $L_2$  of TFT2 is made longer than the gate length  $L_1$  of TFT1 and it changes a process parameter of these thin film transistors,  $V_{th2}$  is kept from becoming lower than  $V_{th1}$ . It is possible for this to control very small current leakage.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is an example of the pixel circuit by this invention. Transistor TFT2 for a drive etc. which controls the driving current which flows into the light

emitting device which consists of transistor TFT1 for conversion into which signal current flows through this circuit, an organic EL device, etc. By control of the transistor TFT3 for taking in which connects or intercepts pixel circuit and data-line data by control of 1st scanning line scanA, and 2nd scanning line scanB. The capacity C and the light emitting device OLED for after a write end to hold the voltage between gate sauce of transistor TFT4 for a switch which short-circuits the gate drain of TFT1, and TFT1 are comprised during a write-in period.

Although TFT3 consists of drawing 1 and the transistor of NMOS and others is constituted from a PMOS, this needs to be an example and does not necessarily need to be this passage. Although the terminal of one of these is connected to the gate of TFT1 and the terminal of another side is connected to Vdd (power supply potential), constant potential not only Vdd but arbitrary may be sufficient as the capacity C. The cathode (negative pole) of OLED is connected to earth potentials.

[0016]The scanning line driving circuit where the display concerning this invention chooses the scanning lines scanA and scanB one by one fundamentally, The data line driving circuit containing current source CS which generates the signal current  $I_w$  which has a current level according to brightness information, and is supplied to data-line data one by one, It is allotted to the intersection of each scanning lines scanA and scanB and each data-line data, and has two or more pixels containing the current drive type light emitting device OLED which emits light in response to supply of driving current. The accession department into which the pixel concerned shown in drawing 1 incorporates the signal current  $I_w$  from the data-line data concerned as feature items when the scanning line scanA concerned is chosen, It consists of a converter which once transforms the current level of the incorporated signal current  $I_w$  into a voltage level, and holds it, and an actuator which sends the driving current which has a current level according to the held voltage level through the light emitting device OLED concerned. Specifically, said accession department consists of transistor TFT3 for taking in. Said converter contains the capacity C connected with thin film transistor TFT1 [ provided with a gate, sauce, the drain, and the channel ] for conversion at the gate. Thin film transistor TFT1 for conversion makes a gate generate the voltage level which sent through the channel the signal current  $I_w$  incorporated by the accession department, and was changed, and the capacity C holds the voltage level produced to the gate. Said converter contains thin film transistor TFT4 for a switch inserted between the drain of thin film transistor TFT1 for conversion, and the gate. When transforming the current level of the signal current  $I_w$  into a voltage level, it flows through thin film transistor TFT4 for a switch, and it electrically connects the drain and gate of thin film transistor TFT1 for conversion, and makes the gate of TFT1 produce the voltage level on the basis of sauce. Thin film transistor TFT4 for a switch is intercepted when holding a voltage level in the capacity C, and it separates the capacity C linked to the gate of thin film transistor TFT1 for conversion, and this from the drain of TFT1.

[0017] Said actuator contains thin film transistor TFT2 [ provided with a gate, a drain, source, and a channel ] for a drive. Thin film transistor TFT2 for a drive sends through the light emitting device OLED the driving current which accepts in a gate the voltage level held at the capacity C, and has a current level according to it via a channel. The gate of thin film transistor TFT1 for conversion and the gate of thin film transistor TFT2 for a drive are connected directly, a current mirror circuit is constituted, and it was made for the current level of the signal current  $I_w$  and the current level of driving current to serve as proportionality. Thin film transistor TFT2 for a drive operates in a saturation region, and it sends through the light emitting device OLED the driving current according to the difference of the voltage level and threshold voltage which were impressed to the gate.

[0018] As feature items of this invention, thin film transistor TFT2 for a drive is set up so that the threshold voltage may not become lower than the threshold voltage of thin film transistor TFT1 corresponding within a pixel for conversion. Specifically, TFT2 is set up so that the gate length may not become shorter than the gate length of TFT1. Or TFT2 may be set up so that the gate dielectric film may not become thinner than the gate dielectric film of TFT1 corresponding within a pixel. Or TFT2 may adjust the impurity concentration poured into the channel, and it may set it up so that threshold voltage may not become lower than the threshold voltage of TFT1 corresponding within a pixel. If the signal level of a cutoff level is impressed to the gate of both the thin film transistors by which common connection was carried out when it sets up temporarily so that the threshold voltage of TFT1 and TFT2 may become the same, both TFT1 and TFT2 should be turned off. However, dispersion in a process parameter is also in a pixel slightly actually, and the threshold voltage of TFT2 may become low from the threshold voltage of TFT1. At this time, since the weak current of subthreshold level flows into TFT2 for a drive also with the signal level below a cutoff level, OLED fine-emits light and the contrast drop of a screen appears. So, in this invention, gate length of TFT2 is made longer than the gate length of TFT1. Even if it changes the process parameter of a thin film transistor within a pixel, the threshold voltage of TFT2 is kept from becoming lower than the threshold voltage of TFT1 by this.

[0019] Drawing 2 is a graph which shows gate length  $L$  of a thin film transistor, and the relation of the threshold voltage  $V_{th}$ . In gate length  $L$ , in the comparatively short short-channel-effect field A,  $V_{th}$  goes up with the increase in gate length  $L$ . On the other hand, gate length  $L$  is not concerned with gate length  $L$  in the comparatively big suppression region B, but  $V_{th}$  is almost constant. By this invention, gate length of TFT2 is made longer than the gate length of TFT1 using this characteristic. For example, when the gate length of TFT1 is 7 micrometers, the gate length of TFT2 shall be about 10 micrometers. While the gate length of TFT1 belongs to the short-channel-effect field A, the gate length of TFT2 may be made to belong to the suppression region B. Thereby, while being able to inhibit the short channel effect in TFT2, the

threshold voltage reduction by change of a process parameter can be controlled. By the above, the leakage current of the subthreshold level which flows into TFT2 can be controlled, fine luminescence of OLED can be suppressed, and it can contribute to a contrast improvement.

[0020] Drawing 3 expresses typically the section structure of the pixel circuit shown in drawing 1. However, only OLED and TFT2 is expressed in order to illustrate easily. OLED piles up the reflector 10, the organic electroluminescence layer 11, and the transparent electrode 12 in order. Common connection of the transparent electrode 12 which has dissociated for every pixel and functions as an anode of OLED is carried out between pixels, and the reflector 10 functions as a cathode of OLED. That is, common connection of the transparent electrode 12 is carried out to the predetermined power supply potential Vdd. The organic electroluminescence layer 11 serves as bipolar membrane which piled up for example, the electron hole transporting bed and the electron transport layer. For example, Diamyne is vapor-deposited as an electron hole transporting bed on the reflector 10 which functions as an anode (hole injection electrode), and Alq3 is vapor-deposited as an electron transport layer on it, and also the transparent electrode 12 which functions as a cathode (electron injection electrode) on it is formed. Alq3 expresses 8-hydroxy quinoline aluminum. OLED which has such a laminated structure is only an example. If the voltage (about 10V) of a forward direction is impressed between the anode/cathode of OLED which has this composition, pouring of careers, such as an electron and an electron hole, will take place, and luminescence will be observed. Operation of OLED is considered to be luminescence by the exciton formed from the electron hole poured in from the electron hole transporting bed, and the electron poured in from the electron transport layer.

[0021] On the other hand, TFT2 consists of the gate electrode 2 formed on the substrate 1 which consists of glass etc., the gate dielectric film 3 put on that upper surface, and the semiconductor membrane 4 piled up above the gate electrode 2 via this gate dielectric film 3. This semiconductor membrane 4 consists of polycrystalline silicon thin films. TFT2 is provided with the source S, the channel Ch, and the drain D used as the passage of the current supplied to OLED. The channel Ch is exactly located right above the gate electrode 2. TFT2 of this bottom product gate structure is covered with the interlayer insulation film 5, and the source electrode 6 and the drain electrode 7 are formed on it. On these, OLED mentioned above via another interlayer insulation film 9 is formed. In the example of drawing 3, in order to connect the anode of OLED to the drain of TFT2, the P channel thin film transistor is used as TFT2.

[0022] Here, gate length L of TFT2 is set up so that it may become longer than the gate length of TFT1 (not shown). Or thickness d of the gate dielectric film 3 of TFT2 may be made larger than the thickness of the gate dielectric film of TFT1. The threshold voltage of a thin film transistor rises, so that the thickness of gate dielectric film becomes large. Depending on the



case, an impurity is selectively poured into the channel Ch of TFT2, and threshold voltage may be adjusted. What is necessary is just to dope the impurities P and As selectively to the channel Ch, in order to shift the threshold voltage to the enhancement side more in the case of TFT2 of a P channel.

[0023]Next, with reference to drawing 4, the drive method of the pixel circuit shown in drawing 1 is explained briefly. First, at the time of writing, the 1st scanning line scanA and the 2nd scanning line scanB are made into a selective state. In the example of drawing 4, scanA is made into a low and scanB is made into a high level. By connecting current source CS to data-line data, where both scanning lines are chosen, the signal current  $I_w$  according to brightness information flows into TFT1. Current source CS is a variable current source controlled according to brightness information. At this time, since it has connected too hastily electrically by TFT4 between the gate drains of TFT1, (5) types are materialized, and TFT1 operates in a saturation region. Therefore, between the gate sauce, the voltage  $V_{gs}$  given by (3) formulas arises. Next, scanA and scanB are changed into a non selection state. In detail, TFT4 is first changed into an off state by making scanB into a low.  $V_{gs}$  is held by this with the capacity C. Next, since a pixel circuit and data-line data are electrically intercepted by making scanA into a high level and setting to OFF, the writing to another pixel can be performed via data-line data after that. Here, the data which current source CS outputs as a current level of signal current needs to be effective when scanB serves as non selection, but it may be used as arbitrary levels (for example, write data of the following pixel) after that. Since common connection of TFT1, a gate, and the sauce is carried out [ both ], and TFT2 approaches the inside of a small pixel and it is formed, if TFT2 is operating in the saturation region, the current which flows through TFT2 will be given by (4) formulas, and will turn into the driving current  $I_{drv}$  which flows into this, i.e., OLED. What is necessary is just to give sufficient power supply potential to  $V_{dd}$  so that (5) types may be materialized in addition even if it takes the voltage drop in OLED into consideration in order to operate TFT2 in a saturation region.

[0024]Drawing 5 is an example of the display which put in order and constituted the pixel circuit of drawing 1 in matrix form. The operation is explained below. First, a vertical start pulse (VSP) is inputted into the scanning line driving circuit A21 containing a shift register and the scanning line driving circuit B23 which similarly contains a shift register. The scanning line driving circuit A21 and the scanning line driving circuit B23 choose 1st scanning line scanA1 - scanAN, and 2nd scanning line scanB1 - scanBN one by one synchronizing with a vertical clock (VCKA, VCKB), respectively, after receiving VSP. Corresponding to each data-line data, current source CS is provided in the data line driving circuit 22, and the data line is driven with the current level according to brightness information. Current source CS consists of voltage/a current conversion circuit of a graphic display, and outputs signal current according to the voltage showing brightness information. Signal current flows into the pixel on the selected

scanning line, and current writing is performed per scanning line. Each pixel starts luminescence by the intensity according to the current level. However, VCKA is slightly delayed by the delay circuit 24 to VCKB. Thereby, as shown in drawing 4, scanB serves as non selection in advance of scanA.

[0025]

[Effect of the Invention]According to the pixel circuit and its driving method of this invention, it is possible to send through current drive type light emitting devices (organic EL device etc.) the driving current  $I_{drv}$  which is not based on characteristic dispersion of active devices (TFT etc.), but is proportional to the signal current  $I_w$  from the data line correctly (or correspondence). Since each pixel can be made to emit light by desired luminosity correctly by arranging a majority of such pixel circuits to matrix form, it is possible to provide a high-definition active matrix type display. By setting up the threshold voltage of TFT for a drive especially, so that it may not become lower than the threshold voltage of TFT for conversion, the leakage current which flows into a light emitting device is controlled, with fine luminescence of a light emitting device is suppressed. It becomes possible to improve the contrast of current drive type displays, such as an organic electroluminescence display, and to raise image quality by this.

---

[Translation done.]